



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Riku-Petteri Kivelä

SACE Emax 2 - PIENJÄNNITEILMAKATKAISIJAN TOIMINNALLISUUS

Tekniikka ja liikenne

2014

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Riku-Petteri Kivelä
Opinnäytetyön nimi	SACE Emax 2 –pienjänniteilmakatkaisijan toiminnallisuus
Vuosi	2014
Kieli	Suomi
Sivumäärä	52
Ohjaaja	Olli Tuovinen

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan ABB:n markkinoille tuoman Emax 2 –pienjänniteilmakatkaisijan toiminnallisuutta, sen mukana tuomia uusia ominaisuuksia, sekä mahdollisia vaikutuksia moottorikeskuksen syöttökentän toteuttamiseen.

Opinnäytetyössä vertaillaan uuden Emax 2 -pienjänniteilmakatkaisijan ominaisuuksia, vanhaan Emax -malliin ja käsitellään kuinka näitä uusia ominaisuuksia voitaisiin hyödyntää tulevissa kojeistoratkaisuissa. Opinnäytetyöhön oli saatavilla paljon ABB:n omaa materiaalia jota on hyödynnetty työssä.

Lopputuloksena työssä on esiteltynä kaikki tärkeimmät uudet ominaisuudet ja käyttömahdollisuudet joita työn tilaaja ABB Industry Solutions Electrification voi hyödyntää tulevaisuudessa kun Emax 2:n käyttö yleistyy.

ABSTRACT

Author	Riku-Petteri Kivelä
Title	Functionality of Emax 2 low voltage air circuit breaker
Year	2014
Language	Finnish
Pages	52
Name of Supervisor	Olli Tuovinen

In this thesis the functionality of the new Emax 2 low voltage air circuit breaker launched by ABB was studied, its new features, and possible effects on the implementation of the feeder bay in the motor control centre.

In the thesis Emax 2 low voltage air circuit breaker was compared to the old Emax model and it was considered how the new features can be exploited in new switchgear solutions. There was lots of ABB's own material available for the thesis which was used on this work.

As a result the thesis presents all the most important new features and possibilities of use that ABB Industry Solutions Electrification unit can exploit in the future when the use of Emax 2 becomes all the more common.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

LYHENTEET JA MERKINNÄT

1	JOHDANTO.....	8
2	ABB OY	9
2.1	ABB yleisesti	9
2.2	ABB Industry Solutions	9
3	ABB MNS PIENJÄNNITEKESKUS	10
3.1	Yleistä	10
3.2	Syöttökenttä ja sen laitteet	12
4	PIENJÄNNITEILMAKATKAISIJAT	13
4.1	Historia.....	13
4.2	Rakenne.....	14
4.3	Toiminta.....	15
4.4	Katkaisijatyytit	16
4.5	Virtatermit.....	17
4.5.1	Katkaisijan nimellisvirta I_u	17
4.5.2	Katkaisijan rungon suurin oikosulun katkaisukykyvirta I_{cu}	17
4.5.3	Käytönaikaisen oikosulun nimellinen katkaisukykyvirta I_{cs}	17
4.5.4	Katkaisijan nimellinen sulkemiskykyvirta I_{cm}	18
4.5.5	Katkaisijan suurin sallittu tehollinen oikosulkuvirta I_{cw}	18
4.6	Selektiivisyys	20
5	SACE EMAX2 ESITTELY	22
5.1	Katkaisijasta tehon ohjaajaksi.....	22
5.2	Uudet ominaisuudet	23
5.2.1	Ekip Synchrocheck.....	26
5.2.2	Ekip G Touch & Hi-Touch	27
5.2.3	Ekip Link.....	29

5.2.4	Ekip Signalling.....	30
5.2.5	Ekip Power Controller.....	32
5.2.7	Ekip Com IEC61850.....	33
6	EMAX- VS EMAX2	35
6.1	Uudet runkokoot	35
6.2	Tiedonsiirto	36
6.2.1	Profibus DP	36
6.3	Katkaisijan kuormitettavuus	38
6.4	Perusvarustelu ja lisävarusteet	41
7	EMAX 2 PERUSRATKAISU MNS KOJEISTOIHIN	44
7.1	Käyttökohteet	44
7.2	Sovellus Emax	44
7.3	Sovellus Emax 2	46
7.4	Huolto- ja elinkaariratkaisut	47
8	YHTEENVETO	49
	LÄHTEET.....	50

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Tyypillinen kokoonpano jossa syöttökenttä ja apulaitetila korostettuna punaisella.....	11
Kuvio 2. Virtaa rajoittavan pienjänniteilmakatkaisijan rakenne. /10/	14
Kuvio 3. Emax 2 -pienjänniteilmakatkaisijan toiminta avaushetkellä.	15
Kuvio 4. IEC 60947-2 edellyttää valmistajia ilmoittamaan Iu, Ics, Icw ja Icm arvot. /11/	19
Kuvio 5. Suojalaitteiden toiminta-aikakäyrä. /17/	21
Kuvio 6. Käännettävät kiskoliitynnät.	23
Kuvio 7. Uudistunut elektronisten moduulien liitäntäalue, sekä uusi pikaliitin...	24
Kuvio 8. Katkaisijan lukittuvat nostolevyt ja turvallisuutta parantavat ohjauskiskot parantavat asentamisen turvallisuutta.	25
Kuvio 9. Esimerkki Ekip Synchrocheckin käytöstä.	26
Kuvio 10. Tilansäästö Emax 2:n generaattorin suojausominaisuuksien avulla....	28
Kuvio 11. Katkaisijoiden valvonta Ekip Linkin avulla. /11/	29
Kuvio 12. Ekip Signalling yksiköt, 2K, 4K ja 10K.	30
Kuvio 13. Esimerkkiratkaisu Ekip Signalling 10K:n käytöstä.	31
Kuvio 14. Ratkaisu IEC 61850 standardin -mukaiseen tiedonsiirtoon ennen Emax 2:sta.	33
Kuvio 15. Vanhan ja uuden Emax -katkaisijan kokoero 2500 A -kokoluokassa. 35	
Kuvio 16. Profibus-liitynnän helpottuminen Emax 2:ssa.....	37
Kuvio 17. ATS021 laite.....	42
Kuvio 18. Emax 2, Avaus- ja kiinniohjauskela, sekä jousien viritysmoottori.	43
 Taulukko 1. Kertoimen n määrittäminen. /12/.....	18
Taulukko 2. Emax -katkaisijan kuormitettavuus. /10/	39
Taulukko 3. Emax 2 -katkaisijan kuormitettavuus./11/	40
Taulukko 4. Emax ja Emax 2 -katkaisijoiden vakiovarusteet.	41

LYHENTEET JA MERKINNÄT

ABB	Asea Brown Boveri
ANSI	American National Standards Institute, amerikkalainen standardoimisliitto
ATS021	Automatic Transfer Switch, laite automaattiseen syötönvaihtoon
Bluetooth	Langaton tiedonsiirtojärjestelmä
DIP-kytkin	Heikkovirtakytkin
Diris A40	Socomecin valmistama monitoimimittari
Fieldbus	Kenttäväyläjärjestelmä
GOOSE	General Object Oriented Substation Event, kommunikointiprofiili
IEC	International Electrotechnical Commission
IEC 61850	Standardi sähköasema-automaatiosta
IED	Intelligent Electrical Device, älykäs elektroninen laite
Megamax	ABB:n valmistama ilmakatkaisijamalli
MFW	Multifunction Wall
MNS	ABB:n valmistama pienjännitekojeisto
Modbus	Kenttäväyläjärjestelmä
PR121	Emax –pienjänniteilmakatkaisijan suojarile
Profibus DP	Profibus Decentralized Peripherals, väyläprotokolla hajautetuille kenttälaitteille
REA	ABB:n valmistama valokaarireletuoteperhe
REF	ABB:n valmistama suojariletuoteperhe
SACE	Societa Anonima Costruzioni Elettromeccaniche
SCADA	Sähköasema-automaation valvontajärjestelmä
SFS	Suomen standardoimisliitto
UPS	Uninterruptible Power Supply, keskeytymätön virransyöttö

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin ABB Industry Solutions Electrification –yksikölle. Työn teettäminen oli ajankohtaista koska uusi pienjänniteilmakatkaisijamalli on vasta tulossa käyttöön projekteissa myös tässä yksikössä ja haluttiin että katkaisijasta saataisiin kerättyä kattavasti tietoa jota voidaan tulevaisuudessa hyödyntää.

Opinnäytetyön alkupuolella kerrotaan ABB:sta yrityksenä, MNS pienjännitekeskuksesta ja sen syöttökentästä joihin ilmakatkaisijat pääasiassa asennetaan, ilmakatkaisijoista yleisesti jonka jälkeen käsitellään yksityiskohtaisemmin Emax 2 – pienjänniteilmakatkaisijaa sekä tehdään vertailua vanhaan Emax -katkaisijaan. Opinnäytetyön lopussa käsitellään yksikön nykyistä ratkaisua syöttökentän ja sen apulaitetilan toteuttamiseen ja mietitään miten ratkaisu mahdollisesti muuttuu tulevaisuudessa.

2 ABB OY

2.1 ABB yleisesti

ABB on johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä, jonka tuotteet, järjestelmät ja palvelut auttavat asiakkaita hyödyntämään sähköä tehokkaammin ja energiatyötavallisemmin. ABB muodostuu viidestä liiketoimintayksiköstä, jotka ovat Power Products, Power Systems, Discrete Automation and Motion, Low Voltage Products sekä Process Automation. ABB yhtymän liikevaihto vuonna 2013 oli 42 miljardia dollaria, yhtiön palveluksessa toimi 150 000 ihmistä 100 maassa, kaikilla mantereilla. /2/, /5/

Nykyinen ABB muodostui vuonna 1998 ruotsalaisen ASEAn ja sveitsiläisen Brown Boverin yhdistyessä. Suomessa ABB:n juuret ylettyvät aina vuoteen 1889, jolloin Strömberg perustettiin. Tänä vuonna ABB Suomessa täyttää siis 125 vuotta. Suomessa ABB työllistää n. 5500 ihmistä. Tärkeimmät tehdaskeskittymät ovat Vaasassa, Helsingissä ja Porvoossa. Liikevaihto Suomessa vuonna 2013 oli 2.3 miljardia euroa. ABB on yksi Suomen eniten tuotekehitykseen panostavista yrityksistä 193 miljoonan euron panostuksellaan. /3/, /4/

2.2 ABB Industry Solutions

ABB Oy Industry Solutions, Electrification –yksikkö, eli entinen prosessiteollisuus, kuuluu Process Automation -liiketoimintayksikköön ja se toimittaa kokonaistoimitusprojekteina sähköistysratkaisuja sekä tehdastietojärjestelmiä teollisuusasiakkaille maailmanlaajuisesti. Metsäteollisuus on ollut suurin asiakasryhmä, mutta suomessa asiakkaita on saatu myös kaivos- ja metalliteollisuuden alalta. Kokonaistoimitus voi sisältää koko sähköverkon jakelusta moottoreihin ja toimilaitteisiin saakka. Suomessa Industry Solutions työllistää n. 230 henkilöä Vaasassa, Helsingissä, Oulussa ja Varkaudessa. /6/

3 ABB MNS PIENJÄNNITEKESKUS

3.1 Yleistä

MNS pienjännitekojeistoja käytetään laajasti kaikentyyppisillä teollisuudenaloilla kuten laiva- ja offshore-käytöissä, metalli, petrokemia, paperi- ja selluteollisuudessa sekä voimalaitoksissa. MNS pienjännitekojeistot muodostavat sähkönjakelun tärkeimmän solmupisteen, jonka luotettavuus ja toimivuus kaikissa tilanteissa on käyttäjän prosessin kannalta erittäin tärkeää koska jokainen keskeytys merkitsee yleensä suuria rahallisia menetyksiä ja voi aiheuttaa vaaratilanteen.

MNS kojeistot ovat erittäin turvallisia rakenteeltaan ja ne täyttävät IEC 61641 -henkilösuojauksen, sekä VDE0660 -järjestelmäsuojausta koskevat kriteerit.

MNS pienjännitekojeistot ovat modulaarisia eli perustuvat kennomaiseen rakenteeseen joissa koje-, kiskosto- ja kaapelitilat ovat jaettu eri osastoihin. Tällä ratkaisulla on pystytty rajoittamaan esimerkiksi oikosulussa syntyvien valokaarien tekemiä vaurioita keskuksessa ja rajaamaan ne vain sille alueelle missä oikosulku on tapahtunut.

Pienjännitekojeisto muodostuu tyypillisesti syöttökentästä, apulaitetilasta ja useista lähtöyksiköistä ja niiden kaapeliosastoista. Lähtöyksiköinä käytetään kolmea eri tyyppiä joista yleisimpinä kiinteitä lähtöyksiköitä ja ulosvedettäviä kasetteja. Kojeston takaosassa on kiskotila mistä otetaan sähkö kiinteille lähtöyksiköille ruuvi- tai pulttiliitoksilla. Ulosvedettäviä kasetteja varten käytetään monitoimiseinää (MFW) johon sähköiset liitynnät tehdään liukukoskettimilla. /14/, /15/



Kuvio 1. Tyypillinen kokoonpano jossa syöttökenttä ja apulaitetila korostettuna punaisella.

3.2 Syöttökenttä ja sen laitteet

Pienjännitekojeiston syöttökenttä koostuu sähkön kytkentään, mittaukseen, suojaukseen, ohjaukseen ja valvontaan liittyvistä laitteista. MNS - pienjännitekojeiston peruskokoonpanossa syöttökenttä on oma osionsa, johon kuuluu kojeiston sähkönsyöttö; pääkytkin (ilma- tai kompaktikatkaisija tai kuormankytkin), virtamuuntajat sekä maadoituskytkin mikäli oikosulkuvirta on alle 50 kA, tai maadoituserotin mikäli oikosulkuvirta on yli 50 kA, kojeiston nimellisvirta on yli 1000 A tai on olemassa takajännitteen vaara. Päälaitekentän lähellä on omana osionaan yleisesti apulaitetila missä sijaitsevat mittauslaitteet, suojareleet, teholähteet ja ohjausjännitemuuntaja. Edellisellä sivulla on esitetty tyypillinen MNS -kojeiston kokoonpano josta on ympäröity punaisella sen syöttökenttä (**Kuvio 1.**). Kyseisessä kuvassa apulaitetila on keskellä sijaitsevan ilmakatkaisijan yläpuolella, mutta paljon apulaitteita vaativassa ratkaisussa apulaitetila voi sijaita myös syöttökentän vieressä omana kenttänään.

Päälaitetilaan voidaan tuoda syöttö keskuksen ylä- tai alapuolelta kiskosilta- tai suurvirtakaapelijärjestelmällä.

4 PIENJÄNNITEILMAKATKAISIJAT

4.1 Historia

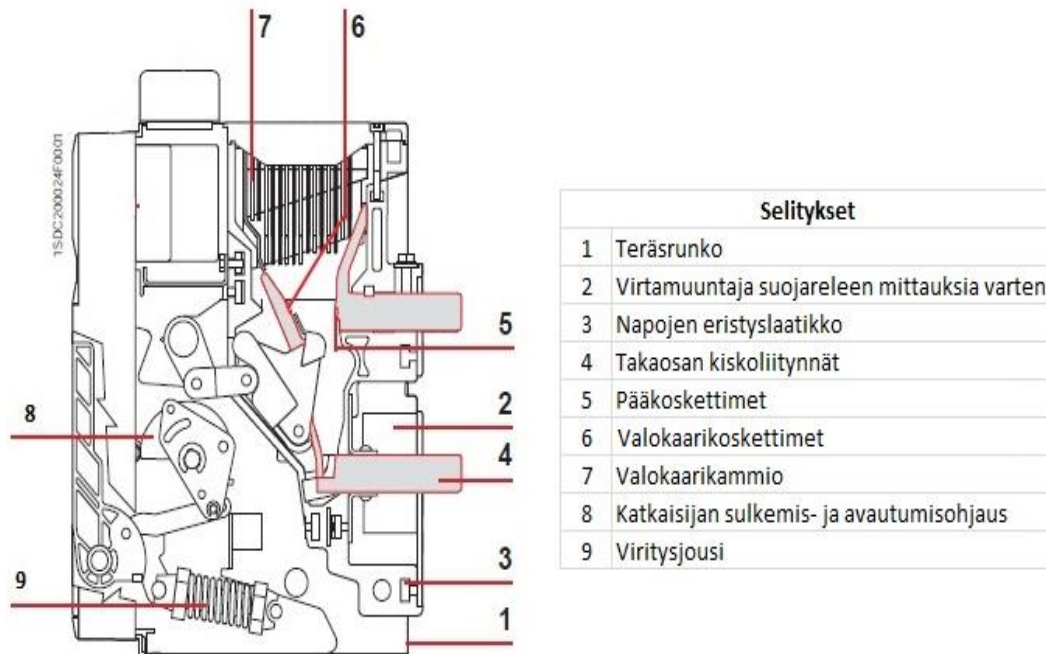
Nykyisillä ilmakatkaisijoilla on juuret toisen maailmansodan jälkeisen jälleenrakentamisen ajalta jolloin keksittiin miten valokaari saatiin sammutettua ohjaamalla se sammutuskammioon. SACE -ilmakatkaisijoiden historia alkoi 1949 kun DM-sarja suunniteltiin. Sammutuskammion keksiminen oli keskeisin tekijä kaikkein isoimmassa ongelmassa eli suurten virtojen katkaisussa. Ilmakatkaisijat korvasivat vanhat katkaisijamallit teollisen kehityksen ja sähköenergian käytön kasvun myötä kaikissa sovelluksissa koska olivat edullisempia, pienempikokoisia ja niillä pystyi katkaisemaan suurempia virtoja.

Vuonna 1988 ABB ja SACE yhdistyivät. Vuosi yhdistymisestä Emax -tuoteperheen edeltäjä Megamax julkaistiin. Tästä katkaisijasta oli saatavilla kuutta eri runkokokoa 1250 ampeerista 6300 ampeeriin. Katkaisukyky 415 VAC käyttöjännitteellä oli 130 kA. Megamax oli varustettu elektronisella releellä jolla saatiin ensimmäistä kertaa valvottua mm. sähköisiä suureita ja toimintakertojen määriä.

Emax -tuoteperhe julkaistiin vuonna 1996. Tässä ensimmäisessä versiossa Emaxista oli nestekidenäyttö ja suojausfunktiot olivat ensimmäistä kertaa täysin elektroniset jotka mahdollistivat virtojen harmonisen analyysin. Päivitetty uusi Emax julkaistiin markkinoille vuonna 2004. Päivitys toi mukanaan mm. uusia kommunikaatiojärjestelmiä kuten molemmat kenttäväyläjärjestelmät Profibus DP ja Modbus, sekä langattoman järjestelmän Bluetoothin. Myös uusia suojaustoiminta tuli saataville. /9/

4.2 Rakenne

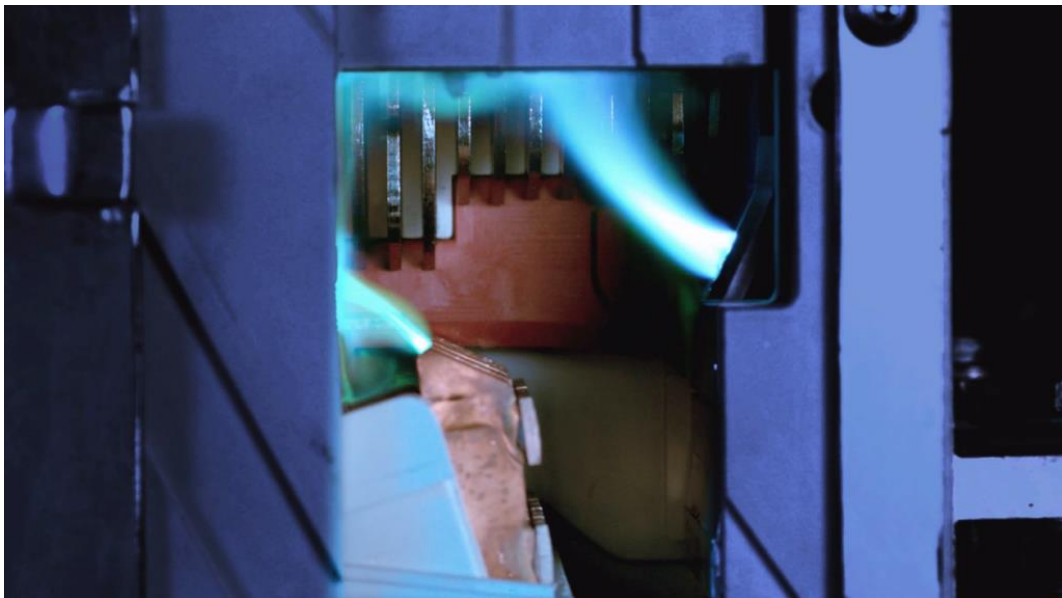
Ilmakatkaisijalla on yleensä kahdet koskettimet joista pääkoskettimien avulla virta kulkee katkaisijan läpi sen ollessa kiinni ja valokaarikoskettimet ottavat avaushetken valokareen vastaan eivätkä pääkoskettimet vaurioidu. Tärkeitä asioita ilmakatkaisijan toimintaa ajatellen on myös valokaarikammio katkaisijan yläosassa sekä laukaisun suorittava viritysjousi. Jousi voidaan virittää joko käsin katkaisijan etupuolessa olevan vivun avulla, tai automaattisesti erillisen lisävarusteena saatavan viritysmoottorin avulla.



Kuvio 2. Virtaa rajoittavan pienjänniteilmakatkaisijan rakenne. /10/

4.3 Toiminta

Ilmakatkaisijan toiminta ei perustu virran välittömään katkaisuun koskettimien avautuessa vaan virtapiiri pysyy sulkeutuneena kontaktipintojen välillä valokaaren avulla. Laukaisuhetkellä katkaisijan viritysjousi vapautuu ja se vapautuessaan ohjaa katkaisijan avautumisohjauksen kautta koskettimia aukeamaan. Katkaisuhetkellä käyttämällä oikean muotoista kontaktipintaa on mahdollista varmistaa että valokaari muuttaa muotoaan ennen kuin se siirtyy sammutuskammioon missä valokaari hajoaa ja puhdas ilma oikeanmuotoisen kammion avustuksella viilentää ja mahdollistaa valokaaren sammumisen.



Kuvio 3. Emax 2 -pienjänniteilmakatkaisijan toiminta avaushetkellä.

4.4 Katkaisijatyypit

Ilmakatkaisijat voivat olla virtaa rajoittavia, selektiivisiä ja selektiivisesti virtaa rajoittavia.

Virtaa rajoittavat katkaisijat pystyvät rajoittamaan kytkennän aikana läpimenevän virran arvoon joka on katkaisijalle tulevaa virtaa pienempi. Virran rajoitus johtuu siitä että katkaisija toimii niin nopeasti että läpikulkevan virran huippuarvo leikkautuu pois, katkaisuajan täytyisi olla n. alle puolet jakson ajasta. Tämä toiminto mahdollistaa kojeiston dynaamisen rasituksen alenemisen ja siten tärkeitä taloudellisia säästöjä kaapeli- ja kiskokokojen mahdollisilla pienentymisillä.

Selektiiviset katkaisijat kestävät suurta läpimenovirtaa pidempiä aikoja kun normaalisti katkaisulle tarvitaan, mikä mahdollistaa lähempänä vikapaikkaa olevien katkaisijoiden laukeamisen ennen selektiivistä katkaisijaa. Tämä mahdollistaa muun toiminnan jatkumisen vikapaikan ulkopuolella.

Selektiiviset, virtaa rajoittavat katkaisijat yhdistävät kahden edellä mainitun katkaisijatyypin toiminnot. Virranrajoituskykyä hyödyntämällä aiheutuu resistanssin kasvu ja tämän avulla katkaisija saadaan kestävänsä vikavirtaa tarvittava aika selektiivisyyden takaamiseksi.

4.5 Virtatermit

Katkaisijoissa on muutamia oleellisia virtatermejä liittyen niiden katkaisukykyyn ja virrankestoisuuteen. Termit on standardisoitu SFS 60947-1,-2 ja IEC 60947-2 -standardeissa.

4.5.1 Katkaisijan nimellisvirta I_n

Nimellisvirta I_n tarkoittaa katkaisijan läpi kulkevaa suurinta jatkuvaa virtaa, joka ei aiheuta katkaisijan liiallista lämpenemistä. Tässä opinnäytetyössä nimellisvirta on olennaisesti mukana luvussa 6.3 Kuormitettavuus. Virran katkaisukykyyn liittyviä virtatermeistä on kerrottu tarkemmin seuraavissa luvuissa. /12/

4.5.2 Katkaisijan rungon suurin oikosulun katkaisukykyvirta I_{cu}

Arvo on katkaisijan valmistajan kertoman rungon suurimman oikosulun katkaisukykyvirran nimellisellä käyttöjännitteellä, olosuhteissa jotka IEC 60947 – 2 standardi luvussa 8.3.5 määrittelee. I_{cu} esitetään mahdollisella katkaisuvirran arvolla kiloampeereina. /12/

4.5.3 Käytönaikaisen oikosulun nimellinen katkaisukykyvirta I_{cs}

Tämä virta-arvo kerrotaan usein prosenteina rungon suurimman oikosulun katkaisukykyvirrasta kuten myös kuviosta 4 huomataan. Arvon tulisi olla vähintään 25 % tästä arvosta. /12/

4.5.4 Katkaisijan nimellinen sulkemiskykyvirta I_{cm}

Arvo kertoo katkaisijan suurimman nimellisen sulkemiskykyvirran nimellisellä käyttöjännitteellä, taajuudella ja määritellyllä tehokertoimella. Se ilmoitetaan suurimmalla mahdollisella huippuvirran arvolla. Vaihtojännitteellä sulkemiskykyyn arvo kerrottuna arvolla n , ei saisi olla pienempi kuin oikosulkuvirran katkaisukyvyn arvo. Arvo n määräytyy alla olevan taulukon mukaisesti. (**Taulukko 1.**) /12/.

Taulukko 1. Kertoimen n määrittäminen. /12/

Oikosulun nimelliskatkaisukyky	Tehokerroin	$n = (I_{cu} / I_{cm})$
$4,5 \leq / \leq 6 \text{ kA}$	0,7	1,5
$6 < / \leq 10 \text{ kA}$	0,5	1,7
$10 < / \leq 20 \text{ kA}$	0,3	2
$20 < / \leq 50 \text{ kA}$	0,25	2,1
$50 < / \text{ kA}$	0,2	2,2

4.5.5 Katkaisijan suurin sallittu tehollinen oikosulkuvirta I_{cw}

Arvo kertoo suurimman sallitun tehollisen oikosulkuvirran arvon minkä katkaisija kestää hetkellisesti. ABB ilmoittaa kestoisuuden kahdella eri ajalla 1 ja 3 sekuntia. Mitä suurempi I_{cw} arvo on, sen paremmat selektiivisyys-ominaisuudet katkaisijalla on. /12/

SACE Emax 2			E1.2			
Performance levels			B	C	N	L
Rated uninterrupted current I_u @ 40°C		[A]	630	630	250	630
		[A]	800	800	630	800
		[A]	1000	1000	800	1000
		[A]	1250	1250	1000	1250
		[A]	1600	1600	1250	
		[A]			1600	
		[A]				
Neutral pole current-carrying capacity for 4-pole CBs		[% I_u]	100	100	100	100
Rated ultimate short-circuit breaking capacity I_{cu}	400-415 V	[kA]	42	50	66	150
	440 V	[kA]	42	50	66	130
	500-525 V	[kA]	42	42	50	100
	690 V	[kA]	42	42	50	60
Rated service short-circuit breaking capacity I_{cs}		[% I_{cu}]	100	100	100 ¹⁾	100
Rated short-time withstand current I_{cw}	(1s)	[kA]	42	42	50	15
	(3s)	[kA]	24	24	36	-
Rated short-circuit making capacity (peak value) I_{cm}	400-415 V	[kA]	88	105	145	330
	440 V	[kA]	88	105	145	286
	500-525 V	[kA]	88	88	105	220
	690 V	[kA]	88	88	105	132
Utilization category (according to IEC 60947-2)			B	B	B	A
Breaking	Breaking time for $I < I_{cw}$		40	40	40	40
	Breaking time for $I > I_{cw}$		25	25	25	10
Dimensions	H - Fixed/Withdrawable	[mm]	296/363.5	296/363.5	296/363.5	296/363.5
	D - Fixed/Withdrawable	[mm]	183/271	183/271	183/271	183/271
	W - Fixed 3p/4p/4p FS	[mm]	210/280			
	W - Withdrawable 3p/4p/4p FS	[mm]	278/348			

Kuvio 4. IEC 60947-2 edellyttää valmistajia ilmoittamaan I_u , I_{cs} , I_{cw} ja I_{cm} arvot. /11/

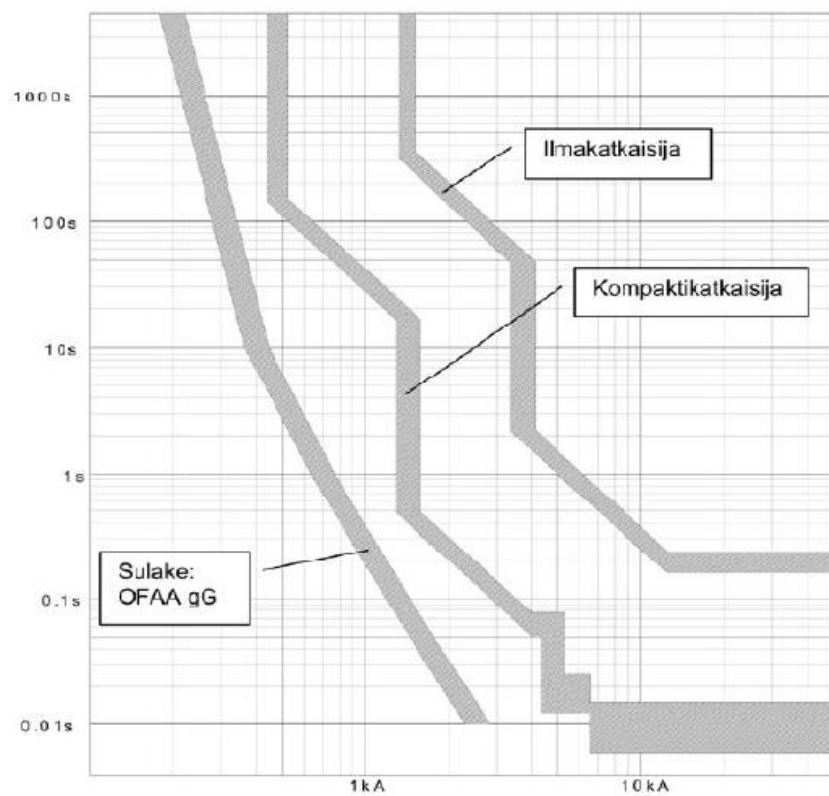
4.6 Selektiivisyys

Selektiivisesti toimivien katkaisijoiden on täytettävä seuraavat ehdot:

- katkaisijan on erotettava ainoastaan viallinen verkon osa muusta verkosta mahdollisimman nopeasti
- ylimääräiset virtapiikit, kuten moottorin käynnistys eivät saa aiheuttaa laukaisua
- vikatilanteessa vain vikapaikkaan lähinnä oleva katkaisija saa toimia. /13/

Selektiivisyys on helpointa toteuttaa sulakkeilla, mutta niiden virrankestoisuus katkaisutilanteessa ei usein riitä joten teollisuuden sähköverkkojen ratkaisuissa usein käytetty ratkaisu on ilmakatkaisijat jolla selektiivisyyden toteuttaminen ei ole niin helppoa. Selektiivisyyden toteuttaminen on helpompaa, mikäli ilmakatkaisijat ovat virta-arvoltaan erikokoisia, tai ne sijaitsevat eri keskuksissa jolloin kaapelin pituus vaimentaa oikosulkuvirtoja. Nykyisin myös elektronisten suojareleiden asetteluilla voidaan vaikuttaa merkittävästi katkaisijoiden selektiivisyyteen.

Useimmiten selektiivisyyden toteuttaminen onnistuu parhaiten kun käytetään saman valmistajan tuotteita jolloin toiminta-aikakäyrät ovat keskenään parhaiten vertailukelpoisia. Kuviossa 5 on esimerkki suojalaitteiden toiminta-aikakäyrästä. Suojalaitteiden toiminta on selektiivistä, mikäli eri laitteiden käyrät eivät leikkaa toisiaan.



Kuvio 5. Suojalaitteiden toiminta-aikakäyrä. /17/

5 SACE EMAX2 ESITTELY

5.1 Katkaisijasta tehon ohjaajaksi

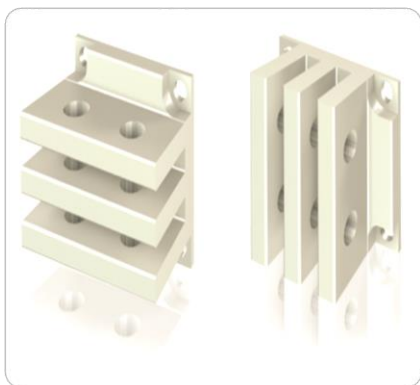
Nykypäivänä kaikki sähkön käyttöön ja jakeluun liittyvät järjestelmät muuttuvat aina vain älykkäämmiksi ja kustannustehokkuus energiankäytössä on avainasemassa. ABB on tuomassa markkinoille uuden ilmakatkaisijamallin Emax 2:n joka on suunniteltu vastaamaan nykypäivän älykkäiden järjestelmien vaatimuksia.

Lisäämällä katkaisijalle älykkyyttä, saadaan energiankäyttöön paljon joustavuutta katkaisijoiden ollessa valmiiksi lähellä kuormitusta. Koska katkaisijat on tehty alun perinkin suojaamaan ja kytkemään, sekä ne sisältävät virran ja jännitteen mittauksia, on sovellukset, kuten energiankäytön mittaukset, tilastot, diagnostiikka yms. voitu rakentaa suoraan jo olemassa olevan laitteen sisään.

Järjestelmällä on yleensä useita kuormia, joista kaikkien käyttäminen jatkuvasti ei ole välttämätöntä. Tyypillisesti niiden käyttämistä ei koordinoita, vaan ne toimivat itsenäisesti. Jos monta kuormaa kytkeytyy yhtäaikaaisesti päälle, sähköverkko voi kuormittua hetkellisesti liikaa jolloin voi aiheutua ylimääräisiä hälytyksiä ylikuormituksesta ja jopa suojauksien laukeamisia. Näiden välttämiseksi suunnittelijat joutuvat mitoittamaan laitteet näiden piikkien sietämiseksi, mikä tarkoittaa mahdollisesti kalliimpia laitehankintoja. Emax 2 voi toimia tarvittaessa myös energian ohjaajana ottamalla käyttöön erillinen Power Controller -toiminto. /7/

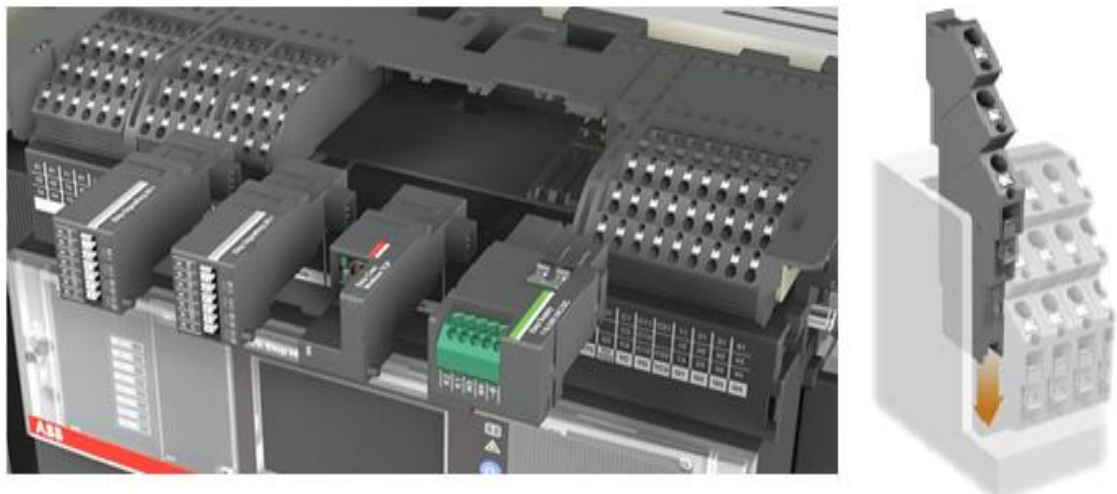
5.2 Uudet ominaisuudet

Emax 2 -katkaisijan liitäntöihin on tullut monilta osin paljon muutoksia vanhaan Emax -katkaisijaan verrattuna. Muutoksilla on ajateltu asennuksien helppoutta, mukailtavuutta ja turvallisuutta. Emax 2 -katkaisijassa kiskoliityntää on muutettu niin, että liittimet on käännettävissä helposti sivuttais-, sekä pitkittäissuuntaan. (**Kuvio 6.**). Uusiin liittämiin voidaan liittyä niin kuparikiskolla, hopeoidulla kuparikiskolla, kuin alumiinikiskollakin. Isommissa E4.2 ja E6.2 rungoissa katkaisijan rakennetta on parannettu niin, että virran kulkema matka katkaisijan koskettimissa on pienentynyt joka tarkoittaa resistanssin ja tehohäviöiden pienenemistä. Katkaisijan etupuolella olevat liittimet on muutettu pikaliittimiksi joissa johtimien kytkentään ei enää tarvita työkaluja.



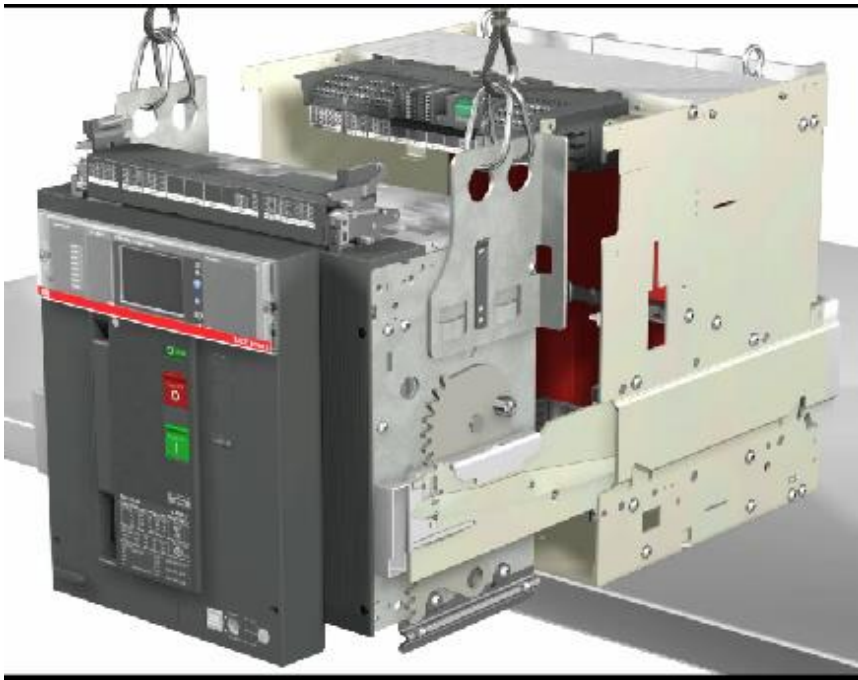
Kuvio 6. Käännettävät kiskoliitynnät.

Emax 2:n mukana on lanseerattu erillinen Ekip-tuotenimi, jonka alla on kaikki tarittavat katkaisijan lisälaitteet. Nämä laitteet ovat liitettävissä elektronisten moduulien liitäntäalueelle (**Kuvio 7.**). Mittaus, signaointi ja suojalaitteet asennetaan omalla asennusalueelleen katkaisijan etupuolella. Laitteet tarvitsevat niitä syöttävän Ekip Supply -yksikön joka vie yhden neljästä laitepaikasta. Näihin kolmeen muuhun laitepaikkaan voidaan tarpeen mukaan asentaa haluttu yksikkö, joista tärkeimmistä lisää tässä kappaleessa. Mikäli katkaisijassa on käytössä erillinen tuuletusjärjestelmä Ekip Fan, sen liitäntäyksikkö korvaa Ekip Supply -laitteen.



Kuvio 7. Uudistunut elektronisten moduulien liitäntäalue, sekä uusi pikaliitin.

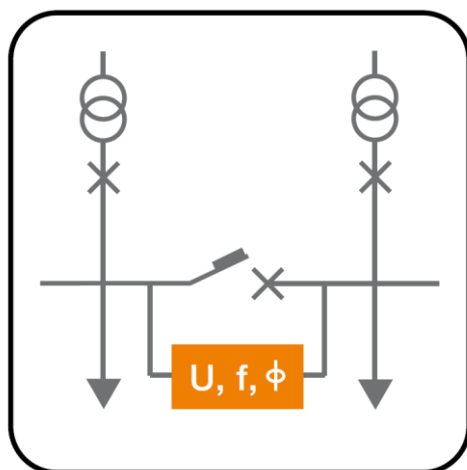
Emax 2 pitää sisällään myös lukuisia pienempiä uudistuksia kuten katkaisijan siirtoveivi joka on muutettu taiteltavaksi niin, että se voidaan asettaa katkaisijan sisään omalle paikalleen, näin se pysyy aina katkaisijan mukana ja on käytettävissä tarvittaessa. Myös katkaisijaa paikalleen nostettaessa käytettäviä nostolevyjä on muutettu turvallisempaan suuntaan lisäämällä niihin lukkiutuvat mekanismit jotka estävät niiden irtoamisen noston yhteydessä. Katkaisijan paikalleen nostamista on helpotettu myös lisäämällä kiskot jotka tulevat katkaisijan kiinteästä osasta ulos ja joiden päälle katkaisija voidaan suoraan nostaa ja työntää paikalleen. Vanhassa Emax-mallissa asentajan täytyi nostaa katkaisijan takaosa käsivoimilla paikalleen josta saattoi aiheutua mm. nostolevyjen irtoaminen paikoiltaan ja katkaisijan puutoaminen. Katkaisijan vaihejärjestys on myös muutettavissa L1-L2-L3-N -> N-L3-L2-L1.



Kuvio 8. Katkaisijan lukittuvat nostolevyt ja turvallisuutta parantavat ohjauskiskot parantavat asentamisen turvallisuutta.

5.2.1 Ekip Synchrocheck

Ekip Synchrocheck on täysin uusi ominaisuus pienjännitekatkaisijoissa, jonka tarkoitus on auttaa tunnistamaan kahden eri syötön takana olevien verkkojen välistä oikeaa kytchentähetkeä. Synchrocheck vaatii myös Ekip Measuring, tai Ekip Measuring Pro –laitteen joka mittaa katkaisijan syöttöpuolen pää-, sekä vaihejännitteen, taajuuden, pätö-, lois-, sekä näennäistehot, tehokertoimen ja tehojen yhteenlasketun arvon. Synchrocheck -moduuli mittaa puolestaan lähtöpuolen vastaavat arvot. Näiden mittausten perusteella laite osaa kertoa voidaanko katkaisija ohjata kiinni turvallisesti. Laitteen voi asentaa yhdessä Ekip Touch -kosketusnäytön ja muiden lisälaitteiden tavoin se vaatii Ekip Supply -virtalähteen. Kuviossa 9 on esimerkki Ekip Synchrocheckin käytöstä. /8/, /11/



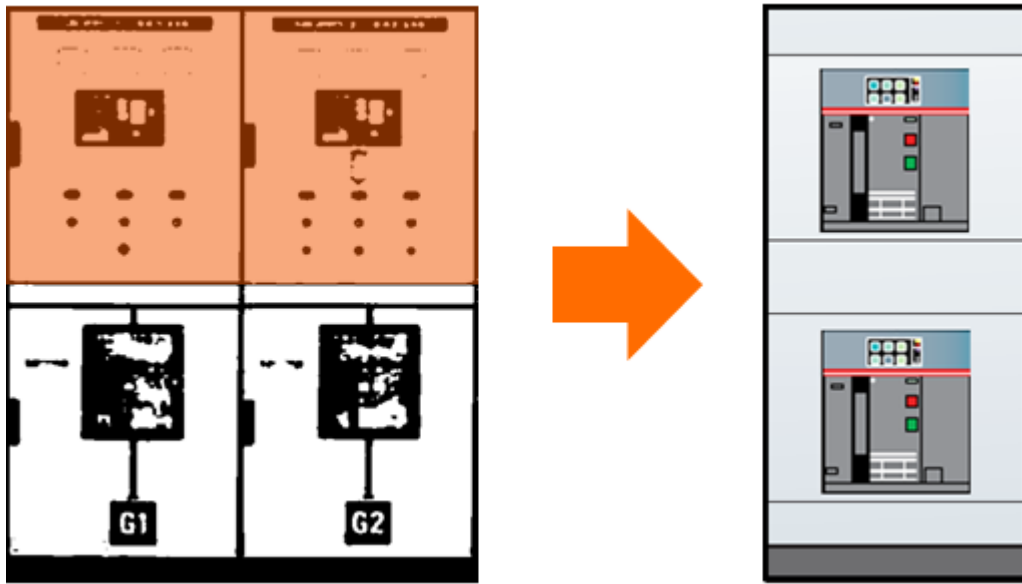
Kuvio 9. Esimerkki Ekip Synchrocheckin käytöstä.

5.2.2 Ekip G Touch & Hi-Touch

Ekip G on generaattorin suojaukseen uutena ominaisuutena kehitetty suojausyksikkö ja se sisältää Ekip Touch –yksikön suojausfunktioiden lisäksi kaikki tarvittavat suojaus- ja valvontatoiminnot joita tarvitaan generaattorin suojauksessa ja liittämässä verkkoon. Generaattorin suojaukselle on kaksi tasoa Ekip G Touch ja Hi-Touch. Jälkimmäisessä on parannettuja suojausominaisuuksia ja mm. Rocof - suojaus taajuuden äkillisiä muutoksia vastaan.

- jänniteohjattu ylivirtasuojaus (S(V))
- jäännösjännitesuojauk (RV)
- takatehon ja kentän menetyksen suojaus (RQ)
- maksimi loistehonsuojauk (OQ)
- maksimi pätötehonsuojauk (OP)
- minimi pätötehonsuojauk (UP)
- suojaus taajuuden äkillisiä muutoksia vastaan. (Rocof)

Ekip G mahdollistaa generaattorisuojauksen toteuttamisen aina 170 kVA - 7,5 MVA kokoisille generaattoreille asti ilman ylimääräisiä virta- ja jännitemuuntajia, muista suojarileistä ja johdotuksia joista aiheutuu sekä kustannus- että tilansäästöjä jotka ovat tärkeitä esimerkiksi laivojen kojeistoratkaisuissa. Kuviossa 10 on havainnollistettu tilansäästön potentiaalia. /8/,/11/



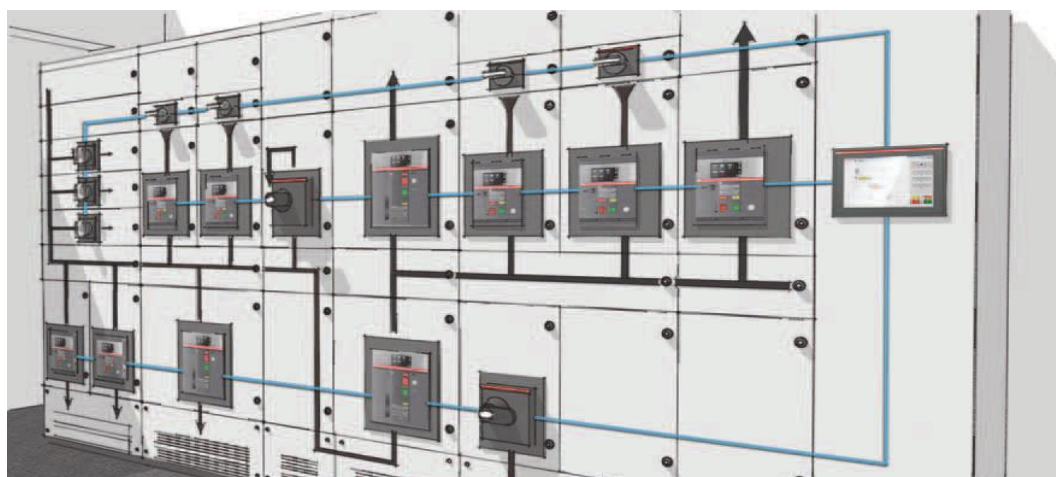
Kuvio 10. Tilansäästö Emax 2:n generaattorin suojausominaisuuksien avulla.

5.2.3 Ekip Link

Ekip Link on uusi ratkaisu pienjännitekojeiston ohjaamiseen ja valvontaan, se mahdollistaa Emax 2 -katkaisijan uudet tehonhallinta-ominaisuudet, alueselektiivisyyden hyödyntämisen sekä ohjelmoitavan logiikan käytön. Kuten kuvion 11 esimerkkiratkaisusta voidaan nähdä, katkaisijoiden ohjaus ja valvonta voidaan keskittää paikallisesti yhdelle Ekip -ohjauspaneelille josta voidaan tarkastella tärkeimpiä tietoja asennuksesta kuten sähköisiä mittauksia, järjestelmän diagnostiikkaa sekä sähkönkulutuksen käyriä. Ekip Link soveltuu lähinnä paikallisesti keskitettyyn kojeiston valvontaan ja ohjaukseen, sekä pienempien kokonaisuuksien väliseen tiedonsiirtoon, kuten hotellien, kauppakeskusten, toimistojen ja keskikojeisten teollisuuslaitosten kojeistoratkaisuihin.

Liitäntä tapahtuu käyttämällä tavallisia ethernet -komponentteja. Tietoturvan kannalta on oleellista että verkko ei ole yhteydessä avoimesti internettiin tai muihin verkkoihin mahdollisten ulkoisten hyökkäysten vuoksi.

Yhteen yksikköön voidaan liittää 30 ilmakatkaisijaa ja lisäksi Modbus RTU liitännällä varustetut Tmax -kompaktikatkaisijat ovat liitettävissä Ekip Linkin avulla ohjauspaneelille. /8/, /11/



Kuvio 11. Katkaisijoiden valvonta Ekip Linkin avulla. /11/

5.2.4 Ekip Signalling

Ekip Signalling -moduleiden avulla voidaan käyttää katkaisijan Ekip -laukaisuyksiköiltä tai vaikkapa maadoituserottimelta saatavia tietoja ohjelmoitavan logiikan tapaan tulo- ja lähtötietoina. Tulo- ja lähtötiedot ovat läpinäkyviä esimerkiksi Profibus DP -väylälle. Käyttäjä voi tarpeidensa mukaisesti muokata input tietoina käytettyjä signaaleita paikallisesti Ekip Touch -paneelilta, tai Ekip Connect -ohjelmiston avulla.

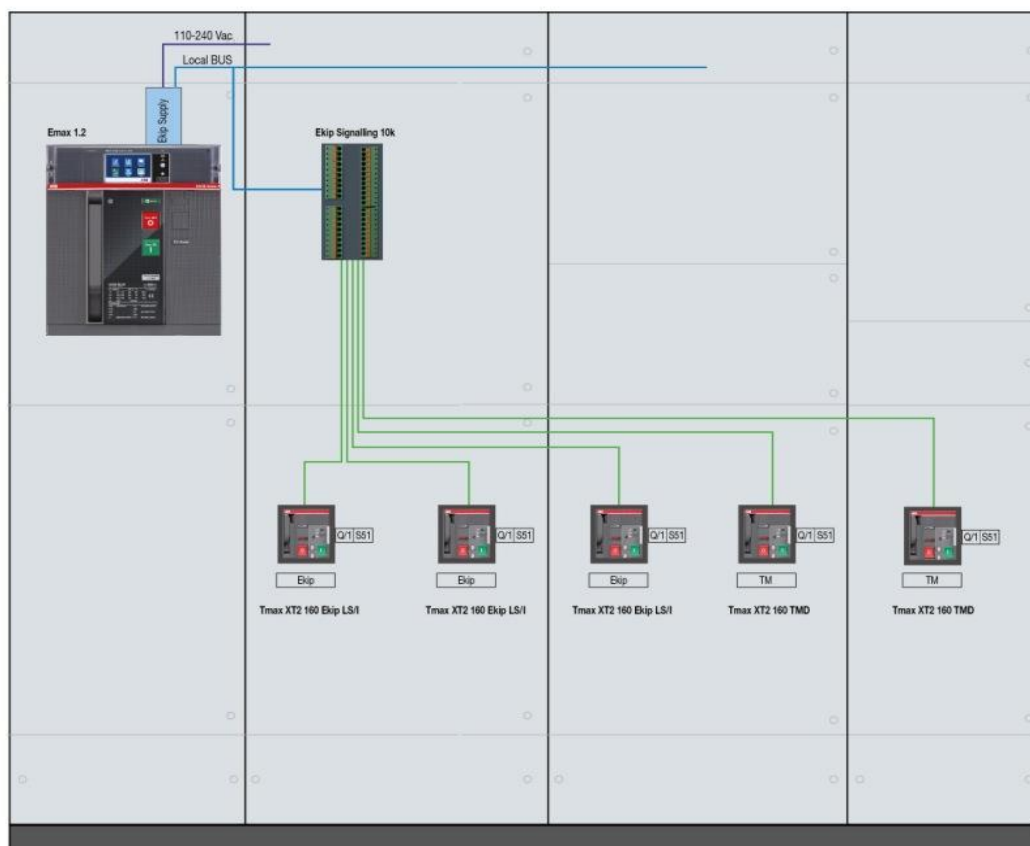
Esimerkkinä Ekip Signallingin käytöstä voidaan käyttää kuormanhallintaa. Yhden kuorman ohjaamiseen tarvitaan:

- yksi pakollinen kuormaa ohjaavan katkaisijan tilatieto (auki/kiinni)
- vaihtoehtoinen tulotieto esimerkiksi laukaisusta.
- kaksi lähtötietoa kuorman katkaisijalle auki ja kiinnikäskylle.

Yli viiden kuorman ohjaamiseen tarvitaan kymmenen lähtö- ja tulopaikkaa sisältävää Signalling 10K -yksikköä. Helpoin tapa kuitenkin olisi käyttää Ekip Link –järjestelmää jolloin kuormanhallinta voitaisiin toteuttaa ethernet –kaapeleilla.



Kuvio 12. Ekip Signalling yksiköt, 2K, 4K ja 10K.



Kuvio 13. Esimerkkiratkaisu Ekip Signalling 10K:n käytöstä.

Prosessiteollisuudessa kuvion 13 mukainen ratkaisu tuskin yleistyy ja signalling -ominaisuuksia ei luultavasti tulla käyttämään tämän kaltaisessa sovelluksessa. /8/, /11/

Ekip Signalling 2K asennetaan muiden Ekip -lisälaitteiden tapaan moduleiden liittämäläueelle ja se sisältää 2 tulo- sekä 2 lähtöpaikkaa. Ekip Signalling 4K asennetaan katkaisijan etupaneelin vasemmalle puolelle ja se sisältää 4 tuloa sekä 4 lähtöä. Ekip Signalling 10K asennetaan DIN-kiskolle esimerkiksi syöttökentän apulaitetilaan, se voidaan liittää järjestelmään Ekip Linkin tai jonkun muun väyläjärjestelmän kautta. Signalling 10K tarvitsee oman jännitesyötön. Signalling 10K sisältää 10 tulo- sekä 10 lähtöpaikkaa. /11/

5.2.5 Ekip Power Controller

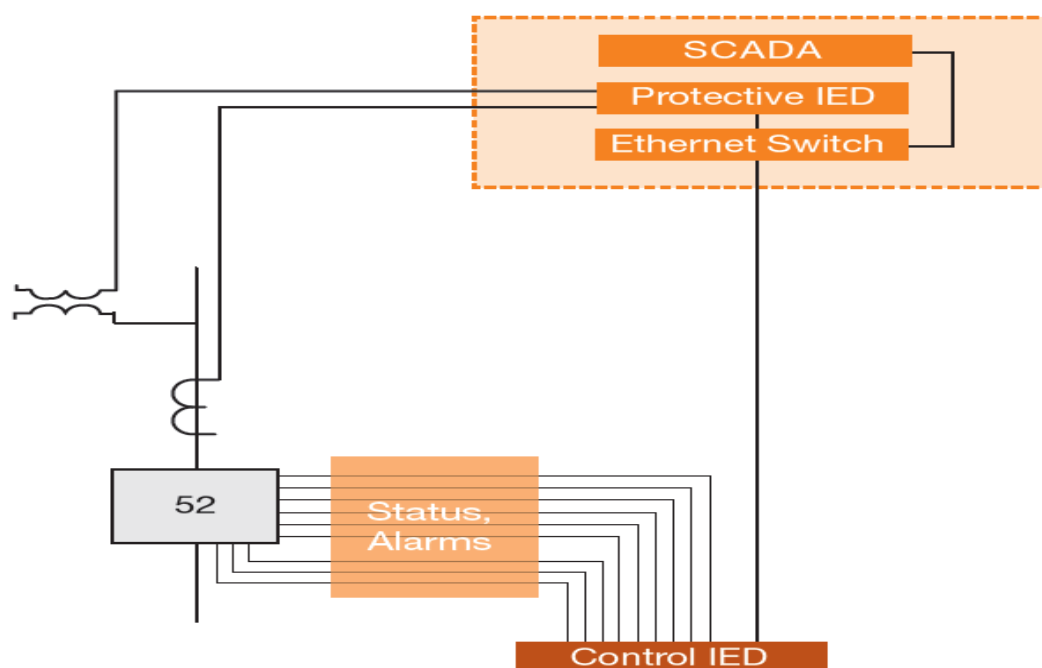
Power Controller toiminto on sisäänrakennettuna Ekip Touch ja Hi-Touch suojausyksiköissä. Tämän toiminnon avulla voidaan toteuttaa Emax 2 –katkaisijan tehonhallintaominaisuudet. Järjestelmän kytkennät voidaan toteuttaa joko Signaling –moduleiden avulla johdottaen, tai Ekip Link järjestelmällä ethernet –kaapeleilla.

Sen toimintaperiaate on yksinkertainen, kun energiankäyttö nousee käyttäjän määrittelemää arvoa korkeammaksi, järjestelmä kytkee pois, käyttäjän etukäteen määrittämiä, vähemmän tärkeitä kuormia siksi ajaksi kun verkon kuormitustilanne niin vaatii.

Käyttäjä voi asettaa erilaisia parametreja kuormien hallintaan kuten aikarajoja poiskytkennän pituudelle, aikoja jolloin poiskytkentä ei ole mahdollista tai mahdollisia muita syitä miksi poiskytkentää ei voi tehdä. Käyttäjä määrittelee jokaiselle kuormalle tärkeysasteen, jonka mukaisesti kuormien väliaikainen poiskytkentä sekä takaisinkytkentä toimii. Parametreja voidaan säätää suoraan katkaisijan kosketusnäytöltä tai Ekip Connect -ohjelman avulla. /11/

5.2.7 Ekip Com IEC61850

Emax 2-pienjänniteilmakatkaisija tukee suoraan IEC61850 -standardia. Tähän asti pienjännitepuolen ilmakatkaisijat on jouduttu johdottamaan erillisiin keskijännitepuolelle tarkoitettuihin suojareleisiin (esim. REF 615), että tiedonsiirto esimerkiksi sähköasema-automaatiossa käytettyyn Scada-järjestelmään on ollut mahdollista. Esimerkki vanhasta IEC 61850 -ratkaisusta on kuviossa 14. Kuviossa komponentti joka on merkitty ANSI-koodiston mukaisesti numerolla 52, esittää ilmakatkaisijaa josta on viety tiedot Control IED -laitteelle, eli REF -suojareleelle.



Kuvio 14. Ratkaisu IEC 61850 standardin -mukaiseen tiedonsiirtoon ennen Emax 2:sta.

IED -laitteiden väliseen kommunikointiin käytetään yleisesti GOOSE -kommunikointiprofiilia. Tämä on nopea kommunikointiprofiili, koska se ohittaa TCP/IP tasot. Se toimii lähettäjä – vastaanottaja periaatteella jolloin lähettäjä vain siirtää tietoa välilyjärjestelmään tietyllä syklillä mutta se ei tiedä onko tieto vastaanotettu. Vastaanottava laite tutkii onko lähetetty viesti oikein. GOOSE -profiililla lähetetään dataa hitaammin silloin kun IED -laitteella ei ole tapahtunut

signaalimuutoksia, eli laite on passiivitilassa. Kun signaalimuutos tulee, lähettää laite tietyn ajan nopealla syklillä tietoa väylälle. Mikäli IED -laitteita on kytketty-
nä paljon, voi laite minimisyklillä kuormittaa väylää jopa liikaa. Tuleekin harkita paljonko esimerkiksi suojarkeitä yhteen väylään liitetään. /18/

Uudessa ratkaisussa katkaisijan Ekip -laukaisuyksikkö toimii älykkäänä IED -
laitteena joka sisältää tarvittavat katkaisijan tiedot eli ”nodet” ja laite voidaan liit-
tää suoraan ethernetin välityksellä tarvittaviin valvomotoimintoihin kuten SCA-
DA:n. Tällä ratkaisulla pystytään säästämään kustannuksissa ylimääräisen suoja-
releen sekä johdotustyön verran ja lisäksi säästetään tilaa pienjännitekojeistossa.

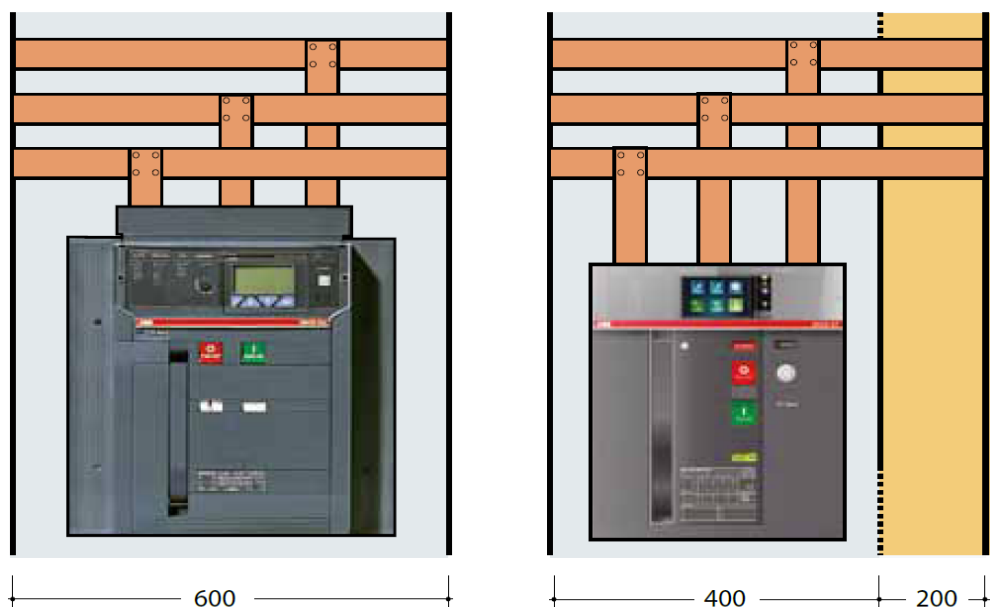
6 EMAX- VS EMAX2

6.1 Uudet runkokoot

Uudet runkokoot ovat merkittävästi pienentyneet ja niiden määrä Emax -mallista on vähentynyt viidestä neljään. Kentänleveydessä voidaan säästää koska kuormittavuus on parantunut joissakin malleissa verrattuna vastaaviin kokoluokkiin Emax:ssa ja voidaan käyttää yhtä runkokokoa pienempää katkaisijaa. Tilan käyttö on erityisen tärkeää esimerkiksi laivakäytöissä ja datakeskuksissa. Pienempi tilankäyttö myös vähentää kuparin, alumiinin ja teräksen käyttöä, vähentäen kustannuksia ja ollen näin myös ympäristöystävällisempää.

Runkokoot E2.2, E4.2 E6.2 ovat syvyydeltään ja korkeudeltaan samankokoisia.

Runkokokojen pienentyminen on ollut mahdollista muuttamalla hieman katkaisijan toimintojen rakennetta. Emax 2 -katkaisijan viritysjouset ovat pystysuunnassa joten niiden tilantarve on hieman pienentynyt aikaisempaan verrattuna.



Kuvio 15. Vanhan ja uuden Emax -katkaisijan kokoero 2500 A -kokoluokassa.

6.2 Tiedonsiirto

Emax 2 -katkaisija tukee samat tiedonsiirtoprotokollat kuin edeltäjänsä Emax eli Modbus RTU/TCP, Devicenet, Ethernet IP, Profibus ja Profinet. Huomattavana parannuksena Emax 2 tarjoaa tuen myös IEC61850 -protokollalle ensimmäisenä pienjännitekatkaisijana. Kaikki tiedonsiirtoyksiköt ovat saatavilla Ekip Com -yksiköinä ja ne ovat liitettävissä myös jälkikäteen katkaisijan elektronisten moduulin liitäntäalueelle.

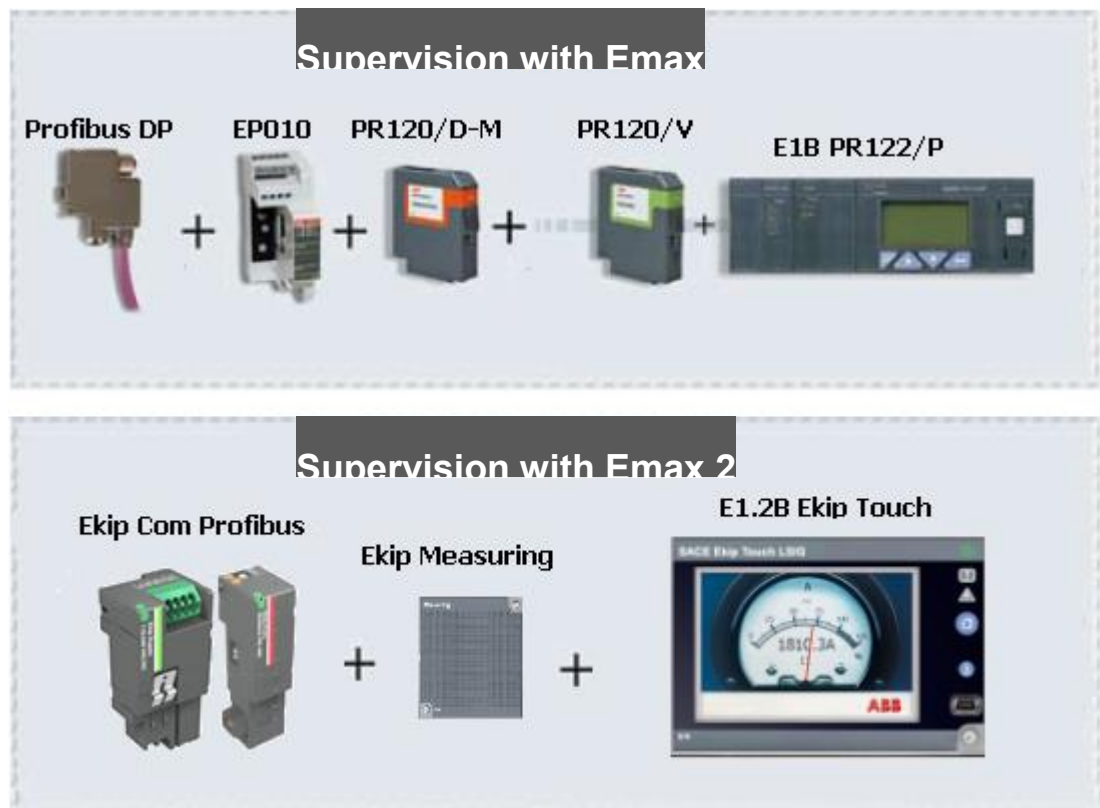
6.2.1 Profibus DP

Profibus DP on yksi yleisimmin käytetyistä kenttäväyläratkaisu teollisuudessa. Se toimii master/slave periaatteella, jossa master –tyyppiset laitteet ovat aktiivisia komponentteja ja voivat lähettää dataa ilman ulkoista käskyä, Slave –tyyppiset laitteet ovat passiivisia komponentteja jotka lähettävät dataa vain master –laitteen sitä pyytäessä ja kuittaavat vastaanotetun datan.

Pienjännitekatkaisijan tapauksessa väylällä voidaan kuljettaa esimerkiksi katkaisijan tilatietoja (auki, kiinni, laukaistu), käyttää katkaisijan laukaisutietoja, sekä ohjata katkaisijaa kaukokäyttöisesti. Lisäksi siirrettävässä katkaisijamallissa saadaan indikointi siitä onko katkaisija kytkettynä vai irrotettuna.

Emax 2 -katkaisijan profibus-liityntä on yksinkertaistunut edeltäjänsä verrattuna. Aiemmin liityntää varten on tarvittu mittausmoduuli PR120/V, tiedonsiirtomoduuli PR123/D-M sekä erillinen EP-010 FBP -rajapinta, että väyläliityntä Emax -katkaisijan suojaruleeseen on ollut mahdollista. Vaikka liityntä on periaatteessa ollut mahdollista, on sen käytännön toteuttaminen ollut vaikeaa. Emax 2 -katkaisijassa voidaan profibus-väylä tuoda suoraan katkaisijalle ja kytkeä se ilman erillisiä liittimiä Ekip Com Profibus -yksikköön. Kuviossa 16 on havainnollistettu profibus-liitynnän yksinkertaistuminen.

Ekip Com Profibus -yksiköissä on myös mahdollista kytkeä 220 ja 390 Ω pääte-
vastukset käyttöön yksikön kyljessä olevien dip-kytkimien asentoa muuttamalla.



Kuvio 16. Profibus-liittynnän helpottuminen Emax 2:ssa.

6.3 Katkaisijan kuormitettavuus

Katkaisijoiden kuormitettavuuden suora vertaileminen on vaikeaa koska uudessa Emax 2 -ilmakatkaisijassa runkokoot ovat pienentyneet ja samalla niiden tilantarve kojeistossa on muuttunut. Lisäksi runkokokojen määrää on vähennetty neljään, eli Emax 2 -katkaisijan E2.2 ja E4.2 runkokokojen käyttöaluetta on laajennettu. Emax 2:ssa on kuormitettavuutta pyritty parantamaan lisäämällä kolmeen suurimpaan runkokokoon tuulettimet, joita voidaan ohjata Ekip Fan -lisälaitteen avulla. Myös katkaisijan rakennetta on hieman muutettu lyhentämällä virran kulkemaa reittiä joka pienentää siitä aiheutunutta vastusta ja tehonhäviöitä.

Vanhan Emax -katkaisijan kuormitettavuutta on testattu vain kahdella eri kenttäkoolla kun taas uuden Emax 2:n kuormitettavuus on testattu kullekin runkokoolle sopivalla kenttäratkaisulla. Näiden ohessa olevien taulukoiden arvot ovatkin tarkoitettu vain suuntaa antaviksi koska erilaiset kojeistoratkaisut muuttavat ilman kiertoa ja siten myös katkaisijan jäähtyminen voi heikentyä.

Kuormitettavuuteen ja katkaisijan käyttöjännitteeseen voi vaikuttaa myös kojeiston asennuspaikan korkeus meren pinnasta. Kuormitettavuusarvot pysyvät muuttumattomina 2000 metriin asti mutta esimerkiksi 5000 metrin korkeudessa katkaisijan kuormitettavuus on pudonnut n. 10%.

Kuormitettavuustestien tulosten perusteella nähdään että vaakasuuntaiset kiskotukset pienentävät kuormitettavuutta katkaisijan nimellisarvosta runsaasti varsinkin isoimmissa rungoissa. Emaxin teknisessä manuaalissa sanotaankin että vaakasuuntaisia kiskoliitäntöjä ei suositella suurimmassa E6-runkokoossa, eikä kuormitettavuustaulukkoa ole edes täydennetty näiden osalta.

Taulukko 2. Emax -katkaisijan kuormitettavuus. /10/

Malli	Virta	Liitäntä	Vaakasuuntaiset liittimet			Pystysuuntaiset liittimet		
			35°C	45°C	55°C	35°C	45°C	55°C
E1	800	1x60x10	800	800	800	800	800	800
	1000	2x60x8 1x80x10	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	1250	2x60x8 1x80x10	1250	1250	1200	1250	1250	1250
	1600	2x60x10	1550	1450	1350	1600	1600	1500
E2	800	1x60x10	800	800	800	800	800	800
	1000	1x60x10	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	1250	1x60x10	1250	1250	1250	1250	1250	1250
	1600	2x60x10	1600	1600	1530	1600	1600	1600
	2000	3x60x10	2000	2000	1750	2000	2000	1800
E3	800	1x60x10	800	800	800	800	800	800
	1000	1x60x10	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	1250	1x60x10	1250	1250	1250	1250	1250	1250
	1600	1x100x10	1600	1600	1600	1600	1600	1600
	2000	2x100x10	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	2500	2x100x10	2500	2450	2400	2500	2500	2500
	3200	3x100x10	3000	2880	2650	3200	3100	2800
E4	3200	3x100x10	3200	3150	3000	3200	3200	3200
	4000	4x100x10	3600	3510	3150	4000	3980	3500
E6	4000	4x100x10	4000	4000	4000	4000	4000	4000
	5000	6x100x10	4850	4510	4250	5000	4850	4600
	6000	7x100x10	-	-	-	6000	5700	5250

Taulukon 2 kuormitettavuuden arvot on mitattu kojeistossa jonka kentän mitat olivat katkaisijamalleille E1-E3 2300 x 800 x 900 mm ja malleille E4 sekä E6 2300 x 1400 x 900mm.

Taulukko 3. Emax 2 -katkaisijan kuormitettavuus./11/

Malli	Virta	Liitäntä	Vaakasuuntaiset liittimet			Pystysuuntaiset liittimet		
			35°C	45°C	55°C	35°C	45°C	55°C
E1.2	800	2x50x5	800	800	800	800	800	800
	1000	2x50x10 2x50x8	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	1250	2x50x10 2x50x8	1250	1250	1200	1250	1250	1250
	1600	3x50x8 2x50x10	1440	1360	1290	1520	1440	1330
E2.2	800	1x50x10	800	800	800	800	800	800
	1000	2x50x5	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	1250	2x50x10	1250	1250	1250	1250	1250	1250
	1600	2x60x10 1x100x10	1600	1540	1480	1600	1600	1520
	2000	3x60x10 2x80x10	2000	1940	1850	2000	2000	1920
		3x60x10 2x80x10	2000	2000	1940	2000	2000	2000
	2500	3x60x10 4x100x5	2500	2350	2200	2500	2450	2350
		3x60x10 4x100x5	2500	2460	2320	2500	2500	2460
E4.2	2000	2x80x10	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	2500	2x100x10	2500	2450	2400	2500	2500	2500
	3200	3x100x10	3050	2900	2755	3200	3080	2920
	3200	3x100x10*	3200	3050	2850	3200	3200	3020
	4000	4x100x10	3450	3200	2970	3650	3400	3200
E6.2	4000	4x100x10	4000	4000	4000	4000	4000	4000
	5000	5x100x10	5000	5000	4900	5000	5000	5000
	6300	7x100x10	5650	5350	4850	6000	5700	5250

Taulukon 3 arvot vastaavasti on mitattu jokaista katkaisijamallia vastaavilla kentän mitoituksilla:

E1.2 2200 x 400 x 600

E2.2 2200 x 600 x 900

E4.2 2200 x 800 x 900

E6.2 2200 x 1200 x 900

6.4 Perusvarustelu ja lisävarusteet

Katkaisijoiden vakiovarustelu on myös pysynyt pitkälle samankaltaisena, muutoksina on lähinnä pysty- ja vaakasuunnassa säädettävät liittimet katkaisijan takaosassa sekä Ekip TT -virtalähde ja testiyksikkö toiminnan testaamista varten, silloin kun suojaus on toteutettu Ekip Touch tai Hi-Touch:n avulla. Katkaisijoiden vakiovarustelu on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 4. Emax ja Emax 2 -katkaisijoiden vakiovarusteet.

Vakiovarusteet	Emax	Emax 2
Ovikaulus (IP30)	X	X
Asennusalusta ohjauskeloille	X	X
Neljä apukosketinta (2S ja 2A)	X	X
Vaakasuuntaiset liittimet takana	X	
Säädettävät liittimet takana		X
Nimellisivirraltaan väärän katkaisijan asennuksen esto	X	X
Katkaisijan siirtoveivi	X	X
Katkaisijan nostolevyt	X	X
Mekaaninen hälytyksen kuittaus	X	X
Kiinni olevan ja ulosvedetyn katkaisijan lukkomekanismi		X
Ekip TT		X

Molemmissa ilmakatkaisijamalleissa on tarjolla pitkälti samat lisävarusteet joita käytetään tarpeen mukaan. Emax 2 -ilmakatkaisijassa lisävarusteiden jälkiasentaminen on muuttunut turvallisemmaksi ja helpommaksi koska ne sijaitsevat omassa tilassaan erillään katkaisijan mekaanisista toiminnoista ja kelat ovat samanmuotoisia sekä samalla tavalla asennettavia. Yleisimmät lisävarusteet Emax 2:lle on esitelty tässä luvussa.

ATS (Automatic Transfer Switch) on lisävaruste joka mahdollistaa automaattisen syötönvaihdon. ATS mittaa vaiheiden ja taajuuden välistä epätasapainoa sekä vaihekatkoja. Mikäli se huomaa ongelmia pääsyötössä, se vaihtaa automaattisesti varasyötön käyttöön. Tyypillisiä sovelluskohteita ovat UPS laitteet, sairaalat, varavoima siviilikohteissa ja tärkeät prosessiteollisuuden prosessit joissa käyttökatkokset ovat kalliita.



Kuvio 17. ATS021 laite

Katkaisijan avaus- ja kiinniohjauskela tarvitaan kun halutaan ohjata katkaisijaa kauko-ohjauksella. Katkaisijan avaaminen on aina mahdollista mutta sulkemiseen tarvitaan katkaisijan kiinniohjausmekanismin jousien virittäminen, joka tapahtuu erillisen moottorin avulla. Joissain sovelluksissa avaus- ja kiinniohjauskelan toiminta on erittäin tärkeää ja näissä tapauksissa kelat voidaan kahdentaa, tai voidaan asentaa kelan toiminnan testiyksikkö joka tarkkailee kelojen virtapiirejä 20 sekunnin välein.

Alijännitekela avaa katkaisijan kun se havaitsee merkittävän jännitteen pienene-
misen tai virtakatkon. Kelan kanssa voidaan käyttää aikahidastusta asentamalla
erillinen laite tätä varten, aikahidastusta tarvitaan estämään alijännitekelan tarpee-
ton laukaisu verkoissa joissa lyhytkestoisia jännitteen alenemia ja katkoja esiin-
tyy. /11/



Kuvio 18. Emax 2, Avaus- ja kiinniohjauskela, sekä jousien viritysmoottori.

7 EMAX 2 PERUSRATKAISU MNS KOJEISTOIHIN

7.1 Käyttökohteet

Syöttökentät, kiskokatkaisijat, alakeskuslähdöt, erillistaajuusmuuttajakäytöt ja isot moottorilähdöt. Käytetään kun vaaditaan suurta mekaanista ja sähköistä luotettavuutta.

7.2 Sovellus Emax

ABB Industry Solutionsin nykyisessä ratkaisussa suojaustoiminnot on toteutettu niin, että Emax -ilmakatkaisijan suojariele PR121 toimii varasuojana ja erillinen REF –perheen suojariele toimii pääsuojana. Suojausta täydentää REA 101 -valokaarirele joka suojaa mahdolliselta oikosulun aiheuttamalta valokaarelta joka voi pahimmillaan vahingoittaa koko kojeiston rakennetta ja aiheuttaa jopa henkilövahinkoja.

Syitä miksi erillistä suojarielettä käytetään on ollut tähän asti useita. Suurimpina on ollut IEC 61850 -kommunikoinnin, sekä profibus-liitännän toteuttaminen, joka vanhalla Emax –katkaisijalla on IEC 61850 –standardin tukemisen osalta mahdollista ja Profibus-liittymän osalta se on koettu käytännön toteuttamisen osalta erittäin haastavaksi. Lisäksi Emax:n suojarielelle ei voida tuoda ulkoisia I/O -tietoja esimerkiksi maasulun valvonnasta. Muuntajansuojausta ei myöskään voida toteuttaa. /14/

Perinteisesti mittaus ja valvontatoiminnot toteutetaan taulu- tai monitoimimittareilla joista saadaan mittaustietoa vaihe- ja pääjännitteistä, taajuudesta, virroista, tehoista ja tehokertoimista. Taulumittareina käytetään Industry Solutionsin ratkaisuissa yleisesti Cewe instrumentin mittareita, joista nähdään paikallisesti haluttu suure kojeiston apulaitekentän ovesta. Monitoimimittarina käytetään usein Socomecin valmistamaa Diris A40 -mittaria, joka voidaan liittää automaatiojärjestelmään ja suureita voidaan tarkastella myös etänä.

7.3 Sovellus Emax 2

Tulevaisuudessa tulee miettiä voidaanko suojaus toteuttaa ilman REF –sarjan suo-
jarelettä koska Emax 2 tarjoaa kaikki ne ominaisuudet joiden vuoksi erillistä suo-
jarelettä on tähän asti käytetty. Kommunikointi automaatiojärjestelmien kanssa
voidaan toteuttaa Ekip Com IEC 61850, sekä profibus –moduleilla, erillisiä tulo-
ja lähtötietoja voidaan käsitellä väylälle läpinäkyvästi Ekip Signalling -yksiköillä,
mittaus ja valvomotoiminnot saadaan katkaisijan omalta Ekip Touch -
kosketusnäytöltä ja tarvittaessa myös Ekip View -paneelilta muualta kojeiston
alueelta.

Valokaarisuojaus tullaan toteuttamaan myös tulevaisuudessa REA 101 -
valokaarireleellä.

Ennen kuin uusi ratkaisu tuodaan markkinoille, täytyy käytännön tasolla testata
uudet ratkaisut ja todeta ne toimiviksi. Mikäli näin ei toimita ja ratkaisut otetaan
käyttöön isossa projektissa voi seurata ikäviä yllätyksiä ja aiheuttaa pahimmassa
tapauksessa viivästyksiä sekä ylimääräisiä kulueriä. Tärkeä kysymys joka vaikut-
taa tuleviin laiteratkaisuihin on varmasti kustannukset. Tulee miettiä minkälaisia
kustannuksia Emax 2:lla toteutettu suojaus kaikkine lisälaitteineen tuottaa ja pal-
jonko laitehankinnoissa säästetään jättämällä esimerkiksi nyt yleisesti käytetyt
REF 615 -suojarele, sekä monitoimimittari Diris A40 pois.

7.4 Huolto- ja elinkaariratkaisut

Emax 2 -ilmakatkaisijan huoltoväliin ja elinkaareen vaikuttaa olennaisesti sen asennusympäristö, pölyisessä asennusympäristössä katkaisijan huoltoväli puolittuu. Asennustila katsotaan pölyiseksi kun ilmassa on mitattu 1 milligramma pölyä yhtä kuutiometriä kohden.

Normaaleissa käyttöolosuhteissa ensimmäisen tason huoltotoimenpiteet tulee suorittaa vuoden kuluttua asennuksesta, tai kun katkaisijan teknisessä manuaalissa mainituista sähköisistä ja mekaanisista käyttökerroista on kulunut 20 %. Mikäli asennusolosuhteet ovat pölyiset, huolto tulee suorittaa puolen vuoden kuluttua asennuksesta, tai kun 10 % käyttökerroista on käytetty.

Ensimmäisen tason huoltotoimenpiteisiin kuuluu mm.

- katkaisijan puhtauden tarkistaminen silmämääräisesti ja puhdistaminen tarvittaessa, arvokilpien tarkastaminen ja puhdistaminen, sekä mahdollisten kuolleiden pieneläimien kuten hiirien, poistaminen katkaisijatilasta.
- katkaisijan liittimien puhtaus ja tarkastaminen liiallisen lämpenemisen aiheuttamilta liitinpintojen tummumiselta, sekä virtaliitosten ruuvien ja pulttien kireyden tarkistus.
- mekaanisten lisälaitteiden kuten jousien viritysmoottorin, avaus- ja kiinniohjauskelan poistaminen ja puhdistaminen, sekä katkaisijan toimintamekanismin puhdistaminen ja öljyäminen
- suojaustoimintojen testaaminen Ekip TT -testilaitteella, suorittamalla ”self test” sekä ”trip test” toiminnot.
- katkaisijan ja sen lisälaitteiden toiminnan tarkastaminen testitilassa.

Toisen huoltotason toimenpiteet on suoritettava kun asennuksesta on normaaliolosuhteissa kulunut 3 vuotta, tai kun mekaanisista ja sähköisistä käyttökerroista on kulunut 50 %. Pölyisessä ympäristössä aika on 18 kuukautta ja 25 % käyttökerroista. Emax 2 -katkaisijan teknisessä manuaalisessa suositellaan, että toisen asteen huoltotoimenpiteet suoritetaan aina jos katkaisija on asennettu pölyisiin olosuhteisiin. Toisen tason huoltotoimenpiteitä varten siirrettävä katkaisija on irrotettava kiinteästä osasta tarkastuksia ja huoltotoimenpiteitä varten, joihin kuuluu samat toimenpiteet kuin ensimmäisellä tasolla mutta lisäksi:

- irroitetaan valokaarikammion ja tarkastetaan valokaaren sammutusseinämien kunto, seinämissä ei saisi näkyä korroosiota tai muuta vauriota.
- tarkastetaan kontaktipintojen kunto ja että kontaktipintojen kiinni ollessa valokaaren rikkovien pintojen väli ei ole isompi kuin 1.5 mm. /8/

8 YHTEENVETO

Työn aihealue ei ollut minulle entuudestaan täysin tuttu. Olin asentanut tätä pienjänniteilmakatkaisijamallia edeltävää Emax:a moottorikeskuksiin mutta sen toiminnallisuuteen ja ominaisuuksiin en ollut kiinnittänyt silloin sen tarkempaa huomiota. Sain opinnäytetyön ohjaajaltani Lead Engineer Pasi Kaarrolta hyviä vinkkejä mihin kannattaa työn alussa keskittyä ja työn edetessä pidimme lähes viikoittain palavereita työn etenemisestä. Materiaalia oli käytettävissä paljon ja sen läpikäymiseen kului aikaa. Työn alussa suunnittelemamme alustava sisällysluettelo helpotti kuitenkin työn etenemistä.

Mielestäni onnistuin työssä hyvin ja opinnäytetyössä käsiteltävät asiat liittyivät kaikki olennaisesti aihepiiriin ja näin ollen työn laajuus pysyi sopivana. Aiheeseen ei oltu perehdytty kovinkaan tarkasti Vaasan ABB yksiköissä, joten lopputuloksena on nyt saatavilla kattava tietopaketti Emax 2 –pienjänniteilmakatkaisijan uusista ominaisuuksista jota hyödyntämällä sen ottaminen osaksi projekteja myös electrification -yksikössä on taas askeleen lähempänä.

LÄHTEET

- /1/ ABB Low Voltage Switchgear MNS System Overview. Manuaali. Viitattu 10.2.2014
[http://abblibrary.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/df9bd1c3d0708bc0c1257624003e2773/\\$file/abb_mns_ENG.pdf](http://abblibrary.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/df9bd1c3d0708bc0c1257624003e2773/$file/abb_mns_ENG.pdf)
- /2/ ABB lyhyesti. Avainluvut. Viitattu 7.2.2014
<http://new.abb.com/about/abb-in-brief/key-figures>
- /3/ ABB lyhyesti. Historia. Viitattu 7.2.2014
<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia>
- /4/ ABB lyhyesti. Suomessa. Viitattu 7.2.2014
<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa>
- /5/ ABB lyhyesti. Yhtymä. Viitattu 7.2.2014
<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/yhtyma>
- /6/ ABB Oy. Industry Solutions. Viitattu 7.2.2014
<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/yksikot/industry-solutions>
- /7/ ABB review 1/13. Intelligent Workload. Lehti. Viitattu 12.2.2014
- /8/ ABB SACE Emax 2 Technical Manual. Viitattu 27.2.2014.
- /9/ ABB SACE Pienjänniteilmakatkaisijat. Sometimes evolution takes a leap. Esite. Viitattu 11.2.2014 <http://www180.abb.com:9010/ac/IAC-000003/Documents/EMAX%20esite.pdf>

- /10/ ABB pienjännitekojeet. Emax katkaisijat. Viitattu 18.2.2014.
<http://www180.abb.com:9010/ac/IAC-000003/Documents/emax%20katkaisijat%20suomeksi.pdf>
- /11/ ABB technical catalogue. Accessories. Viitattu 18.2.2014.
[http://www300.abb.com/global/gad/gad00481.nsf/0/0f96652c741b806ec1257aad00492960/\\$file/Emax2_1SDC200023D0201_05.pdf](http://www300.abb.com/global/gad/gad00481.nsf/0/0f96652c741b806ec1257aad00492960/$file/Emax2_1SDC200023D0201_05.pdf)
- /12/ IEC 60947 - 2 standardi. Katkaisijat. Viitattu 11.3.2014.
- /13/ Jokinen K. Teollisuuden ja voimalaitosten sähköjärjestelmät. Opintomateriaali. Viitattu 16.4.2014.
- /14/ Kaarto, P. 2014. Lead Engineer. ABB Process Industry. Haastattelu. Viitattu 17.3.2014
- /15/ MNS – modulaarinen pienjännitekojeistojärjestelmä. Esite. Viitattu 10.2.2014
[http://abblibrary.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/04c0cc9633c5e151c1257aaa003a2d26/\\$file/MNS%20FI%201TFC902032N1801%20lowres_03102012.pdf](http://abblibrary.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/04c0cc9633c5e151c1257aaa003a2d26/$file/MNS%20FI%201TFC902032N1801%20lowres_03102012.pdf)
- /16/ MNS - pienjännitekojeisto – Turvallista sähkönjakelua. Viitattu 10.2.2014.
[http://abblibrary.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/bbd86d4f999e914ac1257ab4003f4640/\\$file/MNS%20Turvallisuusesite%20FI%2025092012_1TFC902009B1801.pdf](http://abblibrary.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/bbd86d4f999e914ac1257ab4003f4640/$file/MNS%20Turvallisuusesite%20FI%2025092012_1TFC902009B1801.pdf)
- /17/ Saarela J. Pienjännitekatkaisijoiden säätö. Opinnäytetyö. Viitattu 16.4.2014
- /18/ Tuovinen O. Väyläjärjestelmät - IEC61850, Opintomateriaali. Viitattu 21.3.2014